Die Verschiebungen der Wasserscheide im Wippthale während der Eiszeit

von

Dr. Fritz Kerner v. Marilaun.

(Mit 2 Tafeln.)

Der Umstand, dass entlang der Brennerfurche die Centralalpen in lithologischer Beziehung gleichsam unterbrochen sind, indem die den Nord- und Südrand der Gneisszone begleitenden Phyllite, paläozoischen Schiefer und mesozoischen Kalke hier quer durch dieselbe auftreten, ermöglicht es daselbst die Niveauverhältnisse des letzten centralalpinen Inlandeises auf Grund der verticalen Verbreitung des Erraticums festzustellen. Die vorliegende Arbeit enthält die Hauptresultate einer im letzten Sommer von mir durchgeführten diesbezüglichen Untersuchung.

Da die Höhengrenzen des alten Inngletschers von den äussersten Schuttwällen in der bairischen Hochebene bis hinauf in's Ober-Innthal bereits untersucht und die Niveaux des diluvialen Etschgletschers von den letzten Moränenringen am Südufer des Gardasee's bis gegen das mittlere Eisakthal hinauf schon verfolgt sind, ist es nunmehr möglich geworden, ein Profil quer durch die gesammte diluviale Vereisung der Ostalpen entlang der Inn-Brenner-Etschlinie zu entwerfen.

Das Hauptinteresse concentrirt sich hiebei auf die Lösung der von Penck[1] angeregten und von mir[2] weiter verfolgten

[1] Penck, Der Brenner, Zeitschrift des deutsch-österreichischen Alpenvereines 1887.

[2] F. v. Kerner, Die letzte Vergletscherung der Central-Alpen im Norden des Brenner. Mittheilungen der k. k. geographischen Gesellschaft. 1890.

Frage betreffs der Lage der centralalpinen Wasserscheide zur Zeit des Höhepunktes des Glacialphänomens und der im Verlaufe des Gletscherrückzuges erfolgten Verschiebungen derselben.

Aus einer sehr grossen Anzahl von mir ausgeführter Bestimmungen der oberen Geschiebegrenze im Wippthalgebiete[1] kommen die folgenden fünf für die Feststellung der Niveauverhältnisse des Inlandeises entlang der Brennerfurche in Betracht:

Obere Geschiebegrenze am Nederkogel (Stubaithal) . . . . 2110 *m*
„ „ „ Blaser (Gschnitzthal) . . . . . 2200 *m*
„ „ „ Griesberg (Brenner) . . . . . 2125 *m*
„ „ „ Geierskragen (Pflerschthal) . 2105 *m*
„ „ „ Rosskopf (Ridnaunthal) . . . . . 2085 *m*.

Unter den von Seiten der Terraingestaltung für die Bestimmung der vom Eis erreichten Höhe dargebotenen Anhaltspunkten

[1] Es wurden hiebei für die einzelnen Thäler folgende Werthe festgestellt:

Stubaithal	Nordgehänge	2110	grauer Gneiss.
„	Südgehänge	1855	feinkörniger Gneiss.
Unteres Sillthal	Westgehänge	1805	feinkörniger Gneiss.
„	Ostgehänge	1805	Granitgneiss.
Gschnitzthal	Nordgehänge	2200	schiefriger Gneiss.
„	Südgehänge	1980	Streifengneiss.
Oberes Sillthal	Westgehänge	1620	schiefriger Gneiss.
„	Ostgehänge	1760	Centralgneiss.
Schmirnerthal	Nordgehänge	1770	Granitgneiss.
„	Südgehänge	1845	Augengneiss.
Valserthal	Nordgehänge	1845	Augengneiss.
„	Südgehänge	2055	Augengneiss.
Vennathal	Nordgehänge	1955	Glimmerschiefer.
„	Südgehänge	2125	Granitgneiss.
Oberes Eisakthal	Westgehänge	1970	schiefriger Gneiss.
„	Ostgehänge	2000	Quarzit.
Pflerschthal	Nordgehänge	2105	schiefriger Gneiss.
„	Südgehänge	1935	feinkörniger Gneiss.
Ridnaunthal	Nordgehänge	2085	Glimmerschiefer.
Pfitschthal	Nordgehänge	2015	Centralgneiss.

Das Navisthal und Obernbergerthal erscheinen nicht in dieser Reihe, da in ersterem die Erkennung des Erraticums wegen einförmiger lithologischer Beschaffenheit nicht möglich, in letzterem aber das dolomitische Kalkerraticum bereits gänzlich zerfallen und geschwunden ist.

ist der Umstand, dass die Rundung und Glätte der Kuppen des Nederkogls 2136 *m*, des Blasers 2239 *m* und des Saun 2082 *m* (östlich von Sterzing) mit Sicherheit auf Eisabschleifung zurückzuführen sind, und der Befund, dass am Brenner der bis 2100 *m* glattgeriebene und bis 2125 *m* erratische Gneisse tragende Griesberg bei 2150 *m* plötzlich felsig zu werden beginnt, von massgebender Bedeutung.

Das aus den Niveauverhältnissen der obersten erratischen Blöcke und Rundhöckerbildungen sich ergebende Resultat, dass das Inlandeis an der Mündung des Gschnitzthales am höchsten stand, findet durch das Verhalten der unterhalb der höchstgelegenen Glacialspuren vorhandenen Erratica seine Bestätigung.

Am Sattelberg, westlich vom Brenner, wurden von mir im Bereiche des Kalkphyllits in 1970 *m* Höhe drei Blöcke schiefrigen Gneisses gefunden; diese können, da eine Provenienz aus dem Süden ausgeschlossen ist, und am Tuxerkamme nur massige Gneisse anstehen, nur aus dem Gschnitzthale stammen, und bilden so einen Beweis, dass das Eis zur Zeit seines Hochstandes im oberen Sillthale südwärts floss.

An den zwischen dem Schmirnerthal und dem Innthal sich gegen das Sillthal vorschiebenden, der Phyllitzone angehörenden Bergrücken und Gehängen reichen die Tuxer Granit- und Centralgneisse nirgends über 1800 *m* hinauf.[1] Da eine Niveaudifferenz von 400—500 *m* zwischen dem West- und Ostufer des Wippthalgletschers nicht angenommen werden kann, ist diese Thatsache nur so zu erklären, dass während des höchsten Standes der Vergletscherung die genannten Bergrücken überhaupt keine Zufuhr von Gebirgsschutt des Tuxerkammes erhielten.

---

[1] Ich bestimmte daselbst folgende neun Geschiebegrenzen:

Am Westgehänge des Patscherkofel	1750.
Am Südwestgehänge des Patscherkofel	1725.
Am Gehänge zwischen Vicar und Arzthal	1530.
Am Gehänge zwischen Arzthal und Pfonsergraben	1805.
Am Rücken des Pfonserjoches zwischen Pfonsergraben und Navis	1790.
Am Gehänge zwischen Navis und Padaster	1760.
Am Westgehänge des Hochgenaunerjoches zwischen Padaster und Schmirn	1770.
Am Südgehänge des Hochgenaunerjoches	1780.

Auf dem das Valserthal vom Schmirnerthal trennenden Kamme, der gegen Vals mit einem sehr steilen, gleichmässigen Gehänge abfällt, gegen Schmirn jedoch einen kurzen von Punkt 2679 bis Punkt 2244 der Specialkarte reichenden Nebengrat vorschiebt, endet das reiche Erraticum von Augengneissen bei 1850 *m* ganz plötzlich. Dieser Umstand weist darauf hin, dass der Eisstrom des Valserthales diesen Kamm erst in der Zeit des Gletscherrückzuges in nordwestlicher Richtung überschritten hat, ist aber kein Argument gegen die Annahme, dass der genannte Kamm schon in der Periode des Inlandeises vom Gletscher des Schmirnerthales in südwestlicher Richtung überfluthet wurde.

Ein Vorkommen von Blöcken in 2000—2200 *m* Höhe würde nicht die letztere Annahme stützen, da es sehr unwahrscheinlich ist, dass die durch den genannten Seitengrat nach West abgelenkten Schmirner Centralgneisse den in Rede stehenden Kamm in so hohen Niveaux hätten überschreiten können[1], wohl aber darauf hindeuten, dass das Eis des Valserthales schon in der Inlandeisperiode nordwestwärts geflossen sei.

Auf dem das Valserthal vom Vennathal scheidenden Kamme, auf welchem Gneisse des Valserthales in 2100—2200 *m* Höhe zu erwarten wären, wurden leider trotz vielen Suchens keine erratischen Blöcke gesehen, wahrscheinlich wegen vollständiger Verdeckung derselben durch die äusserst üppigen Moos- und Azaleenteppiche und Flechtentundren. Dagegen wurde von mir am Gipfel des Padaunerkogls (2063 *m*) ein erratischer Block von

---

[1] Wie sehr vorspringende Gräte die Geschiebegrenze an den weiter stromabwärts folgenden Gehängen zu erniedrigen vermögen, zeigt zich an den tiefen Ständen der Blockgrenze, welche ich an dem durch besonders zahlreiche Gräte und Rücken unterbrochenen Ostgehänge des obersten Eisakthales stromabwärts vom Griesberge auffand:

Am Grat zwischen Vennathal und Sillschlucht...	2125.
Am Rücken zwischen Sillschlucht und Val Sun...	1890.
Am Grat des Wolfendorn.....	2000.
Am Gehänge des Flatschspitz.....	1770.
Am Gehänge unter dem Schlüsseljoch.....	1945.
Am Rücken des Hühnerspiel.....	1735.
Am Gehänge des Riedberges	1840.
Am Rücken des Saun	1780.

Augengneiss gefunden. Der Umstand, dass auf diesem Berge die ob ihrer Gipfellage sich zudem sichtlich als unnatürlich erniedrigt erweisende Blockgrenze um nicht weniger als 300 *m* höher steht, als auf dem in nächster Nähe gegenüber sich erhebenden Hochgenaunerjoch, ist ein Zeichen, dass aus dem zwischen beiden Bergen liegenden vereinigten Schmirner- und Valserthal ein Blocktransport nach Norden erst viel später als nach Süden stattgefunden hat.

Als ein weiterer Beweis, dass die Eismassen des Gschnitzthales an dessen Mündung sich fächerförmig ausbreitend und mit ihren linken Randpartien nordwärts, mit ihren rechten südwärts abfliessend, mit ihren mittleren Theilen gleichsam an das gegenüberliegende Thalgehänge anprallten, ist auch das reichliche Vorkommen von schiefrigen Gneissen der Stubaiergruppe am Eingange des kleinen Padasterthales zu betrachten. Dieselben reichen zwar nicht über 1670 *m* hinauf, können aber in Anbetracht der Steilheit der Gehänge dieses Thales in die Tiefe gestürzt sein. Ihre Ablagerung ist bei Existenz eines im oberen Wippthale nordwärts fliessenden Eisstromes nicht zu denken. Da aber ein solcher für die Gletscherrückzugsperiode nachgewiesen ist, und die Annahme, dass zu Ende der Diluvialzeit, als das obere Sillthal schon eisfrei war, der Gletscher des Gschnitzthales noch in 1700 *m* Höhe das Wippthal erreicht hätte, auch nicht gemacht werden kann, ist die Strandung eines Theiles der genannten Blöcke in die Epoche des Inlandeises zurückzuversetzen.

Mit dem aus dem Verhalten des Erraticums sich ergebenden Resultate bezüglich der Lage der Wasserscheide zur Zeit des Höhepunktes der Glaciation stimmt jenes überein, zu welchem man durch Betrachtung der Terrainverhältnisse gelangt. Dasselbe wird, während es bei mangelnder Beobachtung doch nur eine theoretische Speculation bleibt, nach Gewinnung eines Untersuchungsresultates eine Erklärung dieses letzteren.

Die Gründe, warum die Wasserscheide nicht nordwärts vom Gschnitzthale gelegen sein konnte und der Gletscher des Stubaithales trotz seines weit grösseren Sammelgebietes in der

Linie des Sillthales tiefer stand, als der Gletscher von Gschnitz, sind in Folgendem zu suchen:

Das mittlere und äussere Stubai ist eine viel weitere Rinne als sein südliches Nachbarthal und vermochte desshalb bedeutendere Eismassen aufzunehmen, als dieses, ohne bis zu derselben Höhe hinauf erfüllt zu sein. Die Gletschermassen des Stubai konnten sich ferner durch eine geräumige Pforte in das weite Innthal ergiessen, während der Gletscher des Gschnitzthales, nachdem er dieses verlassen, in eine relativ enge Thalfurche gelangte. Allerdings konnte der Stubaiergletscher die ihm zu Gebote gestandene Durchzugspforte nicht für sich allein in Anspruch nehmen, da durch dieselbe auch das Eis des Wippthales abfliessen musste; es war aber auch dem Gschnitzer Gletscher nicht möglich, im relativ engen mittleren Sillthale sich ganz allein auszubreiten, da dieses ausserdem die Eismassen des Navisthales aufnahm. Die Gletscher des Stubai- und Sillthales trafen sich zudem unter sehr spitzen, die des Gschnitz- und Navisthales unter sehr stumpfen Winkeln, so dass auch dadurch an der Vereinigung der ersteren weit weniger als bei dem Zusammenflusse der letzteren eine Veranlassung zur Aufstauung des Eises vorhanden war.

Was die Erklärung dafür betrifft, dass die Wasserscheide nicht südwärts vom Gschnitzthale lag, so ist es zunächst klar, dass das Eis im Süden der Brennerfurche tiefer gestanden sein musste, als nördlich von derselben im mittleren Sillthale, da die von den Gebirgscentren herabgeflossenen Gletscher hier in eine relativ enge Rinne, dort in ein weites Becken sich ergossen. Der Gletscher des Obernbergerthales fand daher jedenfalls durch die Brennerfurche leichter einen Ausweg als gegen Norden. Die Eismassen des Schmirner- und Valserthales fanden sowohl die nach Nord als die nach Süd führende Pforte schon versperrt und mussten sich darum zwischen dem Gletscher von Gschnitz und dem von Obernberg solange anstauen, bis es ihnen eine der hemmenden Schranken zu übersteigen gelang. Da das Obernbergerthal einen minder grossen Gletscher zu entwickeln vermochte als sein nördliches Nachbarthal, so war für die Eismassen des Schmirner- und Valserthales ein Überfliessen der südlichen Schranke von vornherein leichter. Da nun die genannten

zwei Thäler zwar von einem sehr hohen Gebirgskamm im Südosten begrenzt, im übrigen aber nicht gross sind, vermochten sie auch gar keinen Eisstrom zu entwickeln, welcher, durch den Brenner keinen vollständigen Abfluss findend, sich über das hochangeschwollene Eis an der Mündung des Gschnitzthales noch hätte erheben und theilweise nordwärts hätte abfliessen können.

Es ergibt sich also aus den Grössenverhältnissen der Sammelbecken, dass für die Eismassen des Wippthales, welche von zwei Seiten in eine Rinne mit weiter nördlicher und enger südlicher Öffnung einströmten, die Chancen für den Nord- und Südabfluss gerade an der Gschnitzthalmündung, das ist genau in der Mitte zwischen Innthal und Sterzingerbecken, sich das Gleichgewicht hielten. (Vergl. Taf. I.)

Ich halte hiemit den Beweis für die in meiner früheren Arbeit als wahrscheinlich hingestellte Annahme, dass die Wasserscheide im Wippthalgebiete zur Zeit des Höhepunktes der letzten Vergletscherung im Mündungsbereiche des Gschnitzthales gelegen gewesen sei, für erbracht. Die Idee einer Nordwärtsverschiebung der Wasserscheide im Brennergebiete zur Zeit des Inlandeises rührt in ihrer allgemeinen Fassung von Penck her. Ein nicht unwesentlicher Unterschied zwischen dem Resultat, zu welchem dieser Forscher vor einigen Jahren durch Combination gelangt war, und zwischen dem Ergebnisse meiner Untersuchungen besteht jedoch darin, dass Penck auch noch für das dem Innthale zunächst liegende Stubai die Möglichkeit eines Südabflusses der Eismassen angenommen hatte.

Dass das Eis im Sterzinger Becken einen sehr hohen Stand innehatte, kann nicht befremden, da, gleichwie jetzt in Mittel- und Ost-Tirol die unmittelbar an den Alpenhauptkamm grenzenden letzten Verzweigungen der Thalsysteme der Südalpen sich keines wärmeren Klimas erfreuen, als ihre nördlichen Nachbarthäler, auch in der Eiszeit nicht schon am Südabfalle der Centralkette das minder rauhe Klima des Etschlandes begonnen haben konnte.

Zudem musste sich im Sterzingerbecken das Eis in einem Zustande der Anstauung befinden, da für die aus dem Ridnaun, Pflersch und Pfitsch und über den Brenner aus Obernberg, Gschnitz, Schmirn und Vals zufliessenden Massen nur das

mittlere Eisakthal als Abzugskanal zu Gebote stand, und erst bei einem schon sehr hohen Stande des Eises sich eine zweite seichte Ausflussrinne über den Jaufensattel eröffnete.

Dass zur Zeit des Höhepunktes der Glaciation das Eis über den Jaufen, das tiefste Stück der Umrandung des Sterzingerbeckens, überfloss, ist sehr wahrscheinlich.

Nachdem nun die Niveauverhältnisse des diluvialen Inlandeises für das Wippthal festgestellt wurden und für das mittlere Eisakthal sich vorläufig interpoliren lassen[1], kann daran gedacht werden, durch Anschluss der aus dem Innthale und Etschlande bekannten oberen Gletschergrenzen ein Profil quer durch die ganze diluviale Vereisung der Tiroler Alpen zu entwerfen.

Von einer wirklichen graphischen Darstellung muss hier jedoch abgesehen werden, da ein Profil mit nicht zu kleinen Verticaldimensionen einer enormen Papierlänge bedürfte, durch eine Zerschneidung des Profils in übereinander abzubildende Theilstrecken gerade der in erster Linie erwünschte Totalanblick verhindert würde, bei einer mehrfachen Überhöhung des Profils aber der Zweck der Darstellung geradezu gänzlich vereitelt wäre. Ich beschränke mich desshalb darauf, eine tabellarische Übersicht der mir bekannten, in der Inn—Brenner—Etschlinie beobachteten oberen Grenzen des Erraticums zu geben.

Gamskogel	(Kufstein)	1360	Penck.[2]
Sonnwend-Joch	(Jenbach)	1660	Wähner.[3]
Salzberg	(Hall)	1750	v. Pichler.[4]
Achselkopf	(Innsbruck)	1945	A. v. Kerner.[5]
Solstein	(Zirl)	2000	Neumayr.[4]
Nederkogel	(Schönberg)	2110	F. v. Kerner.
Blaser	(Steinach)	2200	F. v. Kerner.

---

[1] Die einzige aus der Strecke zwischen dem Sterzingerbecken und dem Grödnerthal bislang bekannte Geschiebegrenze (Nordostseite des Villanderser Plateau. Geogn. Karte von Tirol, Blatt VI) ist wegen ihrer unnatürlich tiefen Lage (circa 1700) nicht zu verwerthen.

[2] Vergletscherung der deutschen Alpen, S. 54.

[3] Schriftliche Mittheilung.

[4] Mitgetheilt in Penck's Vergletscherung, S. 53.

[5] Mündliche Mittheilung.

Griesberg	(Brenner)	2125	F. v. Kerner.
Geierskragen	(Gossensass)	2105	F. v. Kerner.
Rosskopf	(Sterzing)	2085	F. v. Kerner.
Raschözer Alpe	(Klausen)	2000	v. Mojsisovics.[1]
Seisser Alpe	(Kastelruth)	1800	v. Mojsisovics.[1]
Schlern	(Bozen)	1750	v. Mojsisovics.[1]
Mendel	(Kaltern)	1520	Geogn. Karte.[2]
Orto d'Abramo	(Trient)	1420	Geogn. Karte.[2]
Monte Baldo	(Torbole)	1280	Penck.[3]

Die aus diesen Werthen sich ergebende Gefällslinie zeigt noch manche unnatürliche Knickung. Bei meinen Untersuchungen ergab sich, dass auch im Bereiche der für Ablagerung und Erhaltung des Glacialschuttes anscheinend geeigneten Berggehänge nur selten eine für die Niveaubestimmung des Inlandeises verwendbare Geschiebegrenze zu finden ist.

Es muss daher selbst eine Gebietsdurchforschung, welche speciell die Constatirung der diluvialen Eisufer zum Zwecke hat, solange sie sich auf eine Auswahl geeigneter Gehänge beschränkt, noch unzureichende Ergebnisse liefern. Die aus den Nord- und Südalpen angeführten Blockfunde wurden indess der Mehrzahl nach von Geologen gemacht, welche, mit dem Studium der mesozoischen Kalke beschäftigt, den Glacialerscheinungen mehr nebenbei ihre Aufmerksamkeit schenkten.

Aus den hier mitgetheilten Angaben sind darum keine weitgehenden Schlüsse über die Neigung der einzelnen Theilstrecken der Gletscher zu ziehen. Nur ein beim ersten Anblick paradox klingendes Resultat scheint sich mit Sicherheit zu ergeben:

In den Südalpen gelangte die Vergletscherung zu mächtigerer Entwicklung als in den Nordalpen.

Das Eis stand im Etschthale unterhalb Bozen höher als im Unter-Innthale über Jenbach und am Südrande der Alpen bei Mori nur wenig tiefer als am Nordrand derselben bei Kufstein, obwohl das untere Etschthal ein bedeutend wärmeres Klima besitzt und vermuthlich auch in der Eiszeit besessen hat, als das

[1] Dolomitriffe, S. 137.

[2] Geognostische Karte von Tirol, herausgegeben vom geognostisch-montanistischen Verein in Tirol. Blatt VI.

[3] Der Brenner, S. 9.

untere Innthal. Dieser relativ sehr hohe Eisstand im Etschlande, zumal in Wälschtirol, ist wohl darauf zurückzuführen, dass auch in der Eiszeit die Niederschlagsmenge am Südrande des Gebirges eine viel grössere war, als in den Centralalpen und im Norden. Die schwer zu entscheidende Frage, inwieweit die absoluten Mengen der eiszeitlichen Niederschläge von den heutigen abwichen, kommt hier nicht in Betracht. Die zunächst sehr befremdende Erscheinung, dass die Vergletscherung der Südalpen die der Nordalpen übertraf, würde mit der Thatsache stimmen, dass die Schneegrenze zu gewissen Zeiten des Jahres in den Südalpen tiefer liegt, als in den centralen und nördlichen Alpen[1]. Von meinem Vater wurden am Monte Baldo wiederholt im Frühlinge in Höhenzonen, die in Nordtirol schon ganz aper waren, noch Schneemassen von enormer Mächtigkeit angetroffen.

Es scheint somit, dass der grosse Contrast zwischen Nord und Süd, welcher bei Vergleich der Ausdehnung der Moränenlandschaften Südbaierns und Oberitaliens so auffällig hervortritt, erst an den Rändern des Gebirges zur Entwicklung kam, indem die Eismassen des Inn-, Isar-, Lech- und Illerthales langsam abdachend sich weit in die Hochebene vorschoben und fächerförmig sich ausbreitend mit einander verschmolzen, die Gletscher des Etsch-, Sarca- und Chiesethales dagegen steil zur Tiefebene abfallend bald ihr Ende erreichten und sich zu Eiszungen verschmälernd, von einander völlig getrennt blieben.

Von besonderem Interesse sind nun die im Laufe des Gletscherrückzuges eingetretenen sprungweisen Südwärtsverschiebungen der Wasserscheide des centraltirolischen Inlandeises. (Vergl. Taf. II.)

Die erste Verschiebung bestand darin, dass die Wasserscheide ihre Lage an der Mündung des Gschnitzthales mit der Lage im Mündungsgebiete des Schmirner- und Valserthales vertauschte. Aus den erwähnten Höhenverhältnissen der oberen Geschiebegrenze an der Ostseite des mittleren Sillthales ergibt

---

[1] Fritz v. Kerner, Untersuchungen über die Schneegrenze im Gebiete des mittleren Innthales. Denkschriften der Akademie der Wissenschaften 1887, S. 54.

sich, dass dieser Lagewechsel zu der Zeit geschah, als das Eisniveau bis zu ungefähr 1800 *m* gesunken war. Die hiebei erfolgten Veränderungen der Gletscherstromläufe bestanden darin, dass nun der gesammte Gletscher des Gschnitzthales, der des Schmirnerthales und ein Theil der Eismassen des Valserthales dem Inngletscher tributär wurden.

Die zweite Verschiebung bestand darin, dass die Wasserscheide von der Mündungsregion des Schmirner- und Valserthales in das Mündungsgebiet des Obernbergerthales übersprang. Da das vom Obernbergergletscher gelieferte, wenig widerstandsfähige Kalkerraticum schon geschwunden ist, lässt sich hier keine der vorigen analoge Niveaubestimmung ausführen. Es kann die zweite Südwärtsverschiebung nur vermuthungsweise in jene Rückzugsphase versetzt werden, während welcher die Eisoberfläche von 1600 *m* auf 1500 *m* sich senkte. In Bezug auf die Strömungsrichtungen vollzog sich hiebei die Änderung, dass nun der gesammte Gletscher des Valserthales und ein Theil der Eismassen des Obernbergerthales sich dem Inngletscher zuwandten und der südliche Stromarm der ersteren Gletschermasse, welcher durch den Padaunersattel 1600 *m* geflossen war und ehedem den Hauptstrom gebildet hatte, nun gänzlich versiegte.

Die dritte und letzte Verschiebung bestand endlich darin, dass die Wasserscheide sich von der Mündung des Obernbergerthales in die Brennergegend verlegte. Da das Eis des eben genannten Thales in Folge des tieferen Eisstandes im Sterzingerbecken durch die nach Süden führende Brennerrinne so lange einen Ausweg fand, als die von den Gletschern des Schmirner- und Valserthales gebildete Barrière den Boden dieser Rinne 1370 *m* überragte, muss die letzte Verschiebung zu der Zeit erfolgt sein, als das Eis unter das Niveau von 1400 *m* zu sinken begann. Die Änderung, welche hiebei in den Strömungsverhältnissen eintrat, beschränkte sich darauf, dass nun auch die südlichen Theile des Obernbergergletschers in das Flussgebiet des Inn einbezogen wurden.

Es fiel nunmehr die hydrographische Grenze zwischen Inn und Etsch mit der orographischen zusammen und es wurde hiemit im Wesentlichen der heutige Stand der Wasserscheide erreicht. Es erfolgten aber in der Brennergegend, solange

daselbst Localgletscher waren, gewiss noch kleine Oscillationen in der Lage der Wasserscheide, und es ist nicht ausgeschlossen, dass sie zeitweilig um ein weniges südlich von der heutigen stand.

Die drei genannten, ungefähr gleich grossen Südwärtsverschiebungen der Wasserscheide vollzogen sich keineswegs plötzlich; es ist vielmehr anzunehmen, dass, nachdem nach einer längeren Periode unentschiedenen Schwankens das Eis zum ersten Male da nordwärts geflossen, wo es früher südwärts geströmt war, es noch zu öfteren Rückfällen in die alte Stromrichtung kam, ehe der neue Zustand endgiltig der dauernd herrschende wurde.

Die Verschiebungen erfolgten jedenfalls ruckweise und nicht durch eine sehr langsame, aber stetige Bewegung, denn die Tendenz zur maximalen Anstauung des Eises im Hauptthale, konnte jeweilig nur in der Zuflussregion eines Seitengletschers vorhanden sein.

In dieser Region schwankte die Wasserscheide aber jedenfalls vielfach hin und her, da das Verhältniss der nord- und südwärts abfliessenden Eismassen des Seitengletschers gewiss nicht constant war.

Die Ursache der hier erörterten successiven Südwärtsverschiebungen der Wasserscheide liegt darin, dass mit abnehmender Höhe des Eisstandes im Innthal es für die in das Wippthal zu beiden Seiten einströmenden Eismassen immer leichter wurde, dem natürlichen Wege zu folgen, statt nach Süden abzufliessen, bis endlich dem Südabflusse schon durch die Terrainverhältnisse ein Ziel gesetzt wurde.

Umgekehrt kann man auch folgern, dass beim Anwachsen der Vergletscherung nach der Interglacialzeit für einen immer grösseren Theil der Eismassen des oberen Sillthales der Abfluss nach Norden erschwert und endlich unmöglich wurde.

Die hier für das centralalpine Depressionsgebiet zwischen der Stubaier- und Tuxergruppe nachgewiesenen paläohydrographischen Verhältnisse finden ein Analogon in dem von Penck[1] für die Depression zwischen der Tuxer- und Zillerthalergruppe

[1] Penck, Zur Vergletscherung der deutschen Alpen, Leopoldina XXI, 1885, S. 2.

constatirten Befund. Während indess Penck am Pfitscherjoche nur die Thatsache einstiger Südwärtsbewegung des Eises, sowie dessen Niveau daselbst (2400 *m*) feststellte, konnten von mir in der Brennersenke auch Lage und Höhe der Wasserscheide für die Culminationszeit und für die Rückzugsphasen der letzten Glaciation ermittelt werden.

Anhangsweise mögen hier noch einige Zahlenwerthe über Niveau, Neigung, Ausdehnung und Bewegung der Inlandeismasse des Wippthales folgen:

Da wegen der stark nördlichen Strömungstendenz der Gletscher des Stubai- und Gschnitzthales eine Anstauung des Eises an die Nordgehänge dieser Thäler stattfand und dasselbe hier höher stand, als in gleicher Linie im Wippthale, so können die Werthe 2150 und 2250 *m* als wahrscheinliche Niveaux des Sillthalgletschers an der Mündung von Stubai und Gschnitz angenommen werden, obwohl sie für ihre Region Minimalwerthe sind, da das Eis, selbst wenn es auch keine Abschleifung und Erniedrigung und nur eine Glättung des Nederkogls und Blasers bewirkt haben sollte, doch mindestens 10—15 *m* hoch über diese Berge hinweggeflossen sein musste. Das Eisniveau von 2100 *m*, welches für den Nordrand des Sterzingerbeckens fast noch einen unteren Grenzwerth darstellt, kann für die centralen und südlichen Theile dieses Beckens als wahrscheinlicher Werth angenommen werden. Das für den Brenner sich ergebende Eisufer könnte als besonders sicher erscheinen, gleichwohl ist gerade dieses, weil nahe der Einflusssphäre der Seitengletscher gelegen, nicht ganz unanfechtbar.

Es ist möglich, dass der über 2150 *m* sich erhebende felsige Theil des Griesberges eine einstige, durch Eisabschleifung erzeugte Rundung in Folge postglacialer Zerstörungsprocesse verloren hat und das Eis am Brenner bis 2200 *m* emporgestiegen ist. Unter letzterer Annahme würde man dann auch für die Stromweitung im oberen Sillthale ein geringeres Gefälle erhalten, als für die Stromenge im obersten Eisakthale, während man bei Beibehaltung eines Eisstandes von 2150 *m* zu dem unwahrscheinlichen entgegengesetzten Resultate gelangt.

Für die Niveaux des Inlandeises entlang der Wippthallinie sind daher folgende Werthe als die wahrscheinlichsten anzunehmen:

Innthal gegenüber der Sillthalmündung	2000	
		150
Sillthal gegenüber der Stubaithalmündung..	2150	
		100
Sillthal gegenüber der Gschnitzthalmündung	2250	
		50
Brennergegend.....	2200	
		100
Sterzingerbecken	2100	

Für das Gefälle und die Neigung des Inlandeises entlang der Wippthallinie erhält man, wenn die Abstände zwischen den Örtlichkeiten von bekanntem Niveau zu je 11 *km* angenommen werden, folgende, wegen Kleinheit der Winkel gleich den Höhenunterschieden im Verhältnisse von 3 : 2 : 1 : 2 stehenden Werthe:

Solsteinkette-Stubaithalmündung	1 : 73·3	13·6‰	46′ 52·5″
Stubai-Gschnitzthalmündung....	1 : 110	9·1	31 15
Gschnitzthalmündung-Brenner ..	1 : 220	4·5	15 37·5
Brenner-Sterzingerbecken	1 : 110	9·1	31 15

Für die Breite der im Hauptthale ausgebreiteten Inlandeismasse ergeben sich folgende Werthe (in Kilometern):

An der Mündung des Sillthales	8·9
Im unteren Sillthale	8·1
Im mittleren Sillthale	8·1
Im oberen Sillthale	8·2
Am Nordeingang der Brennerfurche	2·8
Am Südausgang der Brennerfurche	4·2
Am Nordeingang des Sterzingerbeckens.....	7·1

Für die Strömungsgeschwindigkeit der Gletschermassen erhält man, wenn die Anfangsgeschwindigkeit für das nordwärts abgeflossene Eis mit *a* Meter, und die für das südwärts abgeflossene mit *b* Meter bezeichnet wird, folgende relative Werthe[1]:

---

[1] Da man ohnedies nur relative Werthe der Stromgeschwindigkeit erhalten kann, kommt der Umstand, dass, weil die Seehöhen der diluvialen Gletscherböden unbekannt sind, man die Berechnung auf die heutigen Thalquerschnitte basiren muss, als Fehlerquelle nur wenig in Betracht. Zur

Geschwindigkeit im unteren Sillthale ..... 1·15 *a*.
„ an der Mündung des Sillthales..... 1·85 *a*.
„ am Nordeingang der Brennerfurche... 7·80 *b*.
„ am Südausgang der Brennerfurche ... 4·55 *b*.
„ am Nordeingang des Sterzingerbeckens 5·55 *b*.

Das Verhältniss der Geschwindigkeiten $a : b$ entzieht sich der Bestimmung. Nimmt man an, dass zwei Dritttheile von den Eismassen des Gschnitzthales dem Inngletscher und ein Drittel dem Etschgletscher zugeflossen seien, so würde sich $a = 1 \cdot 75\, b$ ergeben. Es wäre dann die Geschwindigkeit, mit welcher das Eis aus dem Sillthale ausfloss, etwas mehr als halb so gross gewesen als jene, mit welcher es sich in das Sterzingerbecken ergoss.

Bestimmung der relativen Stromgeschwindigkeiten dienten die folgenden Gletscherquerschnitte (in Quadratkilometern):

Mündung des Sillthales	7·118.
Stubaithal	4·795.
Vicarthal	0·854.
Arzthal	0·619.
Navisthal	2·040.
Unteres Sillthal	5·210.
Mittleres Sillthal	3·944.
Oberes Sillthal	3·498.
Obernbergerthal	1·940.
Schmirnerthal	1·548.
Valserthal	1·525.
Vennathal	0·689.
Nordeingang der Brennerfurche	1·178.
Südausgang der Brennerfurche	2·015.
Pflerschthal	1·758.
Nordeingang des Sterzingerbeckens	3·103.

Tafelerklärung.

Tafel I.

Die schwarzen Flecken entsprechen den über das Eis emporgestiegenen Felskämmen. Durch die schwarzen Linien sind die Hauptzugstrassen der erratischen Blöcke, beziehungsweise die Ufer der Hauptgletscher der grossen Seitenthäler und die Grenzen zwischen den Theilströmen der Gletscher des Hauptthales angedeutet. Die mit abgestuften blauen Tönen angelegten Flächen entsprechen den Höhenzonen zwischen 2100, 2150, 2200, 2250 und 2300 *m*

Tafel II.

Die Pfeile bezeichnen die Strömungsrichtungen der Eismassen. Die blau angelegten Flächen entsprechen den Arealen der Hauptgletscher mit den mittleren Höhen von 2200, 1800, 1600 und 1400 *m*

Der Maassstab beider Tafeln ist 1 : 250.000.